

**MANUFACTURE OF SOLID-STATE IMAGE PICK-UP ELEMENT****Publication Number:** 11-040787 (JP 11040787 A) , February 12, 1999**Inventors:**

- MATSUDA TAKESHI
- TOUMIYA YOSHITETSU

**Applicants**

- SONY CORP

**Application Number:** 09-189353 (JP 97189353) , July 15, 1997**International Class:**

- H01L-027/14

**Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for manufacturing a solid-state image pick-up device where an interlayer lens is formed in a desired shape to improve condensing efficiency. **SOLUTION:** A method is used to manufacture a solid-state image pick-up element 15 with a light reception part 2 that is formed at the surface-layer part of a substrate 1 for photoelectric conversion, a charge transfer part 3 for transferring a charge being read from the light reception part 2, and a transfer electrode 5 being provided via an insulation film 4 at a part nearly directly above the charge transfer part on the substrate 1. In this case, a first flattening film 8 is formed by covering the transfer electrode 5, and a transparent material is formed on the first flattening film 8 by the plasma CVD method. Further, a film 9 consisting of the transparent material is subjected to patterning, thus forming a transparent material into a lens 11 in layer in a convex lens shape that projects on a part directly above the light reception part 2. Then, the lens 11 in layer is covered, a second flattening film 12 is formed, and an on-chip lens 14 is formed directly above the light reception part 2 on the second flattening film 12.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

JAPIO

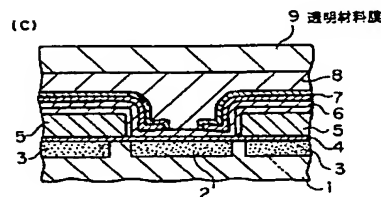
© 2005 Japan Patent Information Organization. All rights reserved.

Dialog® File Number 347 Accession Number 6099268

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成11年(1999)2月12日

D



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基体表層部に形成されて光電変換をなす受光部と、該受光部から読み出された電荷を転送する電荷転送部と、前記基体上の、前記電荷転送部の略直上位置に絶縁膜を介して設けられた転送電極とを備えた固体撮像素子の製造方法において、

前記転送電極を覆って第1平坦化膜を形成する工程と、前記第1平坦化膜上にプラズマCVD法によって透明材料を成膜する工程と、

前記透明材料からなる膜をパターニングして該透明材料を、前記受光部の直上において上に凸となる凸レンズ状の層内レンズとする工程と、

前記層内レンズを覆って第2平坦化膜を形成する工程と、

前記第2平坦化膜上における前記受光部の直上にオンチップレンズを形成する工程と、を備えたことを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

【請求項2】 前記透明材料からなる膜をパターニングして層内レンズを形成する工程が、前記透明材料膜上にレジスト層を形成する工程と、該レジスト層を上になる凸レンズ形状にパターニングする工程と、得られた凸レンズ形状のパターンをマスクとして、該レジストと前記透明材料との選択比がほぼ1となる条件で前記透明材料膜をエッチングし、層内レンズを形成する工程と、からなることを特徴とする請求項1記載の固体撮像素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、集光効率を高めた固体撮像素子の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】固体撮像素子の微細化に伴い、特に1/4" 38万画素より小さいデバイスなどではその感度向上が必須となってきている。このような背景のもとに従来では、カラーフィルタ上にオンチップレンズを設け、集光効率を高めるといった工夫がなされている。

【0003】ところが、近年においてはデバイスの小型化、高感度化に伴ってさらなる集光効率の向上が望まれているものの、前述したオンチップレンズによる集光効果はほぼ限界に近づいており、オンチップレンズとは別の新たな技術の開発が望まれている。

【0004】このような要望に対応する技術として、オンチップレンズと併用する状態で層内レンズを設ける技術が一部に提案されている。この層内レンズは、光電変換をなす受光部の直上において層間膜中に形成されるレンズであり、オンチップレンズと同様にこの層内レンズに入射した光を該層内レンズの上面側または下面側の界面で屈折させ、受光部に導くものである。したがって、このような層間レンズを前記オンチップレンズと併用することにより、オンチップレンズで集光されて入射した

光を再度層内レンズで集光することができ、これにより固体撮像素子全体としての集光効率をより高めることができるのである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、従来提案されている層内レンズはほとんどが凹型のレンズであり、これを形成する場合、遮光膜の上にBPSG（ホウ素リンシリケートガラス）等のリフロー形状をもつ膜を形成し、転送電極間、すなわち受光部の直上に形成されたいくばみの中に高屈折率材を埋め込み、この埋め込んだ高屈折率材を層内レンズとする、といったプロセスを採るのが普通である。しかし、このプロセスでは層内レンズの形状がリフロー膜の形状で決まってしまうことから、所望の形状、すなわち集光に最適な形状を得るのが困難であり、したがって層内レンズを設けたとはいえ未だ十分に高い集光効率を得るのが困難である。

【0006】本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、集光効率向上を図るべく、層間レンズを所望する形状に形成し得るようにした固体撮像素子の製造方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の固体撮像素子では、基体表層部に形成されて光電変換をなす受光部と、該受光部から読み出された電荷を転送する電荷転送部と、前記基体上の、前記電荷転送部の略直上位置に絶縁膜を介して設けられた転送電極とを備えた固体撮像素子を製造するに際して、前記転送電極を覆って第1平坦化膜を形成し、次に前記第1平坦化膜上にプラズマCVD法によって透明材料を成膜し、次いで前記透明材料からなる膜をパターニングして該透明材料を、前記受光部の直上において上に凸となる凸レンズ状の層内レンズとし、次いで前記層内レンズを覆って第2平坦化膜を形成し、その後前記第2平坦化膜上における前記受光部の直上にオンチップレンズを形成することを前記課題の解決手段とした。

【0008】この固体撮像素子の製造方法によれば、第1平坦化膜上にプラズマCVD法で透明材料を成膜し、さらに得られた透明材料膜をパターニングすることによって層内レンズを形成するので、下地である第1平坦化膜の表面がもちろん平坦であることによってこの下地に依存することなく層内レンズを所望形状に形成することが可能になり、また、透明材料についてもプラズマCVD法で堆積して成膜することから種々の材料を選択することが可能になって屈折率を任意に設定することが可能になる。

【0009】なお、透明材料からなる膜をパターニングして層内レンズを形成するにあたっては、透明材料膜上にレジスト層を形成し、続いて該レジスト層を上になる凸レンズ形状にパターニングし、その後得られた凸レンズ形状のパターンをマスクとして、該レジストと前

記透明材料との選択比がほぼ1となる条件で前記透明材料膜をエッチングし、層内レンズを形成するのが好ましく、このように選択比がほぼ1となる条件で前記透明材料膜をエッチングすることにより、得られる層内レンズをレジストのパターンとはほぼ同一の形状にすることができ、したがって層内レンズの形状を所望する形状に形成し易くなる。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明を詳しく説明する。

図1(a)～(c)、図2(a)～(c)は本発明の固体撮像素子の製造方法の一実施形態例を説明するための図であり、これらの図において符号1はシリコン基板(基体)である。この例では、図1(a)に示すように、従来と同様にしてシリコン基板1の表層部に受光部2、電荷転送部3、チャネルストップ(図示略)、読み出し部(図示略)をそれぞれ形成するとともに、シリコン基板1表面に絶縁膜4を形成し、さらに該絶縁膜4上に転送電極5、層間膜絶縁6、遮光膜7を形成する。

【0011】具体的には、まずシリコン基板1中にイオン注入等によって不純物を注入しさらにこれを拡散させ、電荷転送部3、チャネルストップ(図示略)、読み出し部(図示略)をそれぞれ形成する。次に、熱酸化法やCVD法によってシリコン基板1表面に $\text{SiO}_2$ からなる絶縁膜4を形成する。なお、この絶縁膜4については、 $\text{SiO}_2$ からなる構造に代えて $\text{ONO}(\text{SiO}_2 - \text{SiN} - \text{SiO}_2)$ 構造としてもよい。

【0012】次に、CVD法によりポリシリコンを成膜し、さらにこのポリシリコン膜(図示略)を公知のレジスト技術、リソグラフィ技術、エッチング技術によりパターンニングし、転送電極5を形成する。続いて、形成した転送電極5をマスクにしてイオン注入等によって不純物を注入しさらにこれを拡散させ、受光部2を自己整合的に形成する。なお、この受光部2の形成については、前記の電荷転送部3、チャネルストップ、読み出し部の形成時にこれらの形成に前後してあるいは同時に形成してもよい。

【0013】次いで、CVD法等により転送電極5を覆った状態に $\text{SiO}_2$ 等からなる層間膜絶縁6を形成する。なお、この転送電極4の形成については、転送電極構造が二層である場合には前記工程を2回繰り返す、三層以上である場合にはその層数分だけ繰り返す。

【0014】次いで、アルミニウムやアルミニウム合金、あるいはTiやWなどの高融点金属をスパッタ法によって単層あるいは複層成膜する。そして、リソグラフィ技術、エッチング技術によって得られた膜に配線用の開口(図示略)や受光部2の直上位置の一部開口など必要なパターンニングを施すことにより、遮光膜7およびその開口部7aを形成する。なお、この遮光膜7の材料については、この後に形成する第1平坦化膜のリフロー条件に応じて選択される。すなわち、リフロー条件とし

て高温加熱が必要な場合には、遮光膜7の材料としてTiやWなどの高融点金属が用いられ、高温加熱が必要でない場合にはアルミニウム等が用いられる。

【0015】次いで、BPSG(ホウ素リンシリケートガラス)膜あるいはHDP CVD膜等を形成し、さらにこれにリフロー処理等を施すことによって平坦化し、図1(b)に示すように第1平坦化膜8を形成する。なお、この例においては、第1平坦化膜8を屈折率が1.47のBPSG膜から形成した。したがって、このBPSG膜のリフロー処理には高温加熱が必要でないため、前記遮光膜7についてはその材料としてアルミニウムを用いている。

【0016】このようにして第1平坦化膜8を形成したら周辺部の配線(図示略)を形成し、その後、該第1平坦化膜8上に後述する層内レンズの材料となる透明材料をプラズマCVD法によって成膜し、図1(c)に示すように透明材料膜9を形成する。ここで、透明材料膜9の形成については、半導体プロセスなどにおいて一般的に用いられるプラズマCVD法で行うことから、屈折率の異なる種々の材料を用いて成膜することができる。

【0017】換言すれば、前記第1平坦化膜8の屈折率や後述する第2平坦化膜の屈折率との差を考慮して、受光部2への集光効率を高めるうえでこれら第1平坦化膜8あるいは第2平坦化膜との間で最適な屈折率差が得られるような屈折率の材料を選択することができる。例えば、屈折率を1.9～2.0としたい場合にはP-SiN膜(プラズマ窒化膜)を選択し、屈折率を1.5～1.9としたい場合にはP-SiON膜(プラズマ酸化窒化膜)を選択すればよい。また、この透明材料膜9については、形成する層内レンズの高さに合わせてその膜厚を決めるのがプロセス上無駄がなく有利であり、具体的には0.5～2.0 $\mu\text{m}$ 程度とするのが好ましい。なお、この実施形態例においては、屈折率が1.9～2.0となるよう、P-SiNを成膜することによって透明材料膜9を形成した。

【0018】次いで、この透明材料膜9の上にレジストを塗布してレジスト層を形成し、さらにこれをパターンニングして図2(a)に示すように上に凸となる凸レンズ形状のレジストパターン10を形成する。このレジストパターン10の形成にあたっては、まず、エッチングによりレジスト層を各受光部2毎に平面視した状態で矩形形状もしくは正形状に分割する。そして、このように分割したレジスト層を140℃～180℃程度の温度でリフロー処理し、各レジスト層を一旦溶融させた後固化させて該レジスト層を上凸の球面状となる凸レンズ形状にパターンニングし、レジストパターン10を得る。なお、レジストの種類については特に限定されないものの、後述するように透明材料膜9との間でほぼ1の選択比がとれる材質のものがより好適に用いられる。

【0019】このようにしてレジストパターン10を形

成したら、これをマスクにして前記透明材料膜 9 をエッチングする。このとき、エッチング条件については、該レジストパターン 10 と透明材料膜 9 との選択比がほぼ 1 となる条件で行うのが好ましく、具体的には、平行平板 R I E により、反応ガスとして  $\text{SF}_6/\text{O}_2$  ( $=40/40 \text{ ccm}$ ) を用い、圧力  $3.5 \text{ Pa}$ 、RF パワー  $450 \text{ W}$  で行う。このように選択比がほぼ 1 となる条件で透明材料膜 9 のエッチングを行うと、図 2 (b) に示すようにレジストパターン 10 とほぼ同一形状の層内レンズ 11 を形成することができる。

【0020】次いで、図 2 (c) に示すように得られた層内レンズ 11 を覆って第 1 平坦化膜 8 上に第 2 平坦化膜 12 を形成する。この第 2 平坦化膜 12 については、アクリル系樹脂 (屈折率; 約 1.60) やポリイミド系樹脂 (屈折率; 約 1.80) などが用いられるが、特に層内レンズ 11 との間の屈折率差を考慮して、集光効率の点で有利となるように材料が選択される。その後、第 2 平坦化膜 12 の上に従来と同様にしてカラーフィルタ 13 を形成し、さらにこのカラーフィルタ 13 の上にポリスチレン (屈折率; 約 1.60) 等からなるオンチップ

14 を従来と同様にして形成し、これにより固体撮像素子 15 を得る。

【0021】このような固体撮像素子 15 の製造方法にあっては、第 1 平坦化膜 8 上にプラズマ CVD 法で透明材料膜 9 を形成し、これをパターンニングすることによって層内レンズ 11 を形成するので、下地である第 1 平坦化膜 8 の表面がもちろん平坦であることによってこの下地に依存することなく層内レンズ 11 を所望形状に形成することができる。また、透明材料についても、プラズマ CVD 法で堆積して成膜することから種々の材料を選択することができ、屈折率を任意に設定することができるなどその材料選択性の自由度や設計自由度を高めることができる。

【0022】また、透明材料膜 9 をパターンニングして層内レンズ 11 を形成する際、透明材料膜 9 上に凸レンズ形状のレジストパターン 10 を形成し、これをマスクにして、該レジストと前記透明材料との選択比がほぼ 1 となる条件で透明材料膜 9 をエッチングしているので、得

られる層内レンズ 11 をレジストパターン 10 とほぼ同一の形状にすることができ、したがって層内レンズ 11 の形状を所望する形状に容易に形成することができる。

【0023】

【発明の効果】以上説明したように本発明の固体撮像素子の製造方法は、第 1 平坦化膜上にプラズマ CVD 法で透明材料を成膜し、さらに得られた透明材料膜をパターンニングすることによって層内レンズを形成する方法であるから、下地である第 1 平坦化膜の表面が平坦であることによってこの下地に依存することなく層内レンズを所望形状に形成することができる。また、透明材料についても、プラズマ CVD 法で堆積して成膜することから種々の材料を選択することができ、屈折率を任意に設定することができるなどその材料選択性の自由度や設計自由度を高めることができる。

【0024】また、透明材料膜をパターンニングして層内レンズを形成する際、透明材料膜上に凸レンズ形状のレジストパターンを形成し、これをマスクにして、該レジストと前記透明材料との選択比がほぼ 1 となる条件で透明材料膜をエッチングすれば、得られる層内レンズをレジストパターンとほぼ同一の形状にすることができ、したがって層内レンズの形状を所望する形状に容易に形成することができる。

【図面の簡単な説明】

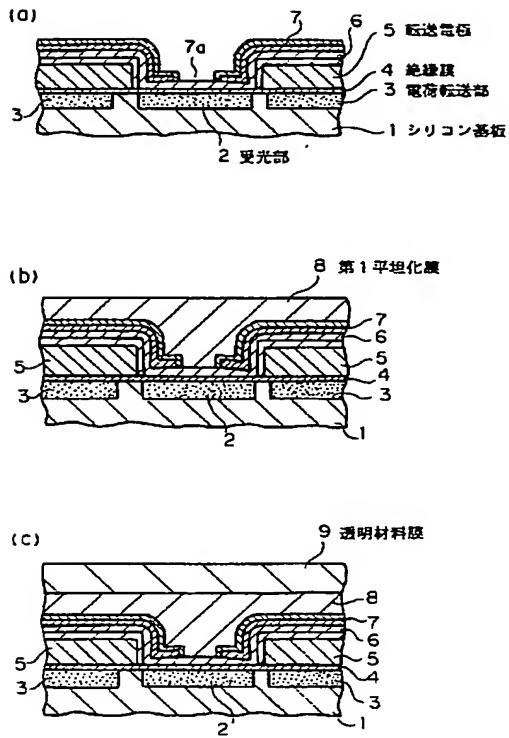
【図 1】(a) ~ (c) は本発明の固体撮像装置の製造方法の一実施形態例を工程順に説明するための要部側断面図である。

【図 2】(a) ~ (c) は本発明の固体撮像装置の製造方法の一実施形態例を説明するための図であり、図 1 (c) に示した工程に続く工程を工程順に示す要部側断面図である。

【符号の説明】

1 … シリコン基板 (基体)、2 … 受光部、3 … 電荷転送部、4 … 絶縁膜、5 … 転送電極、8 … 第 1 平坦化膜、9 … 透明材料膜、10 … レジストパターン、11 … 層内レンズ、12 … 第 2 平坦化膜、14 … オンチップレンズ、15 … 固体撮像素子

【図1】



【図2】

